



УДК 519.81: 004.67

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПРОЕКТНОЙ КОМАНДЫ

Л.Ю. САБАДОШ<sup>1</sup>  
Н.В. КОСЕНКО<sup>1</sup>  
М.А. ГАХОВА<sup>2</sup>

1) Национальный  
аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»,  
г. Харьков

2) Центральный научно-  
исследовательский институт  
Министерства обороны РФ,  
г. Москва

e-mail:  
k602@d6.khai.edu  
kosnatalja@gmail.com  
maria030587@yandex.ru

Работа посвящена разработке системы поддержки принятия решений по формированию команды проекта. Предложена формализованная постановка задачи формирования проектной команды. Показано, что данная задача является задачей многокритериальной оптимизации, однако при её решении должны учитываться трудноформализуемые факторы, что является препятствием для применения традиционных математических методов. Сформирована аддитивная функция полезности для оценки кандидатов в проект. Рассмотрена задача оценки параметров функции полезности. Предложено применять метод компараторной идентификации параметров модели оценивания. Таким образом решена задача структурной и параметрической идентификации модели оценивания. Предложена укрупнённая функциональная модель системы поддержки принятия решений на основе информации о разработках прошлых лет.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, многокритериальное оценивание, функция полезности

### Введение.

Данная работа посвящена задаче разработки системы поддержки принятия решений по формированию проектной команды. Широко распространённые методы организации и управления командами проекта [1 – 3], слабо поддаются формализации и не пригодны для создания автоматизированных систем поддержки принятия решений (СППР). В то же время, процессы формирования команды проекта требуют информационной поддержки на основе современных информационных.

### Постановка задачи.

Определённые экспертами и лицом, принимающим решение (ЛПР), характеристики личностных и психологических качеств, наряду с профессиональными, включаются в перечень требований к кандидатам в проект и составляют набор критериев для оценки и формирования команды проекта. Данная задача относится к проблеме принятия решения по выбору наилучшей из имеющихся альтернатив. В настоящее время разработано множество математически обоснованных методов принятия решений. Тем не менее, многие практически важные задачи, в том числе задачи формирования команды проекта, остаются слабо формализованными.

Принятие решений является актом выбора альтернативы из допустимого множества, в основе которого лежит модель вида:

$$xP, \arg \underset{x \in X}{extr} K^- x \quad (1)$$

где  $xP$  – эффективные решения;  $x$  – множество допустимых решений;  $K^- x$  – критерий эффективности.

В общем случае, объект обладает множеством свойств, совокупность которых полно и однозначно характеризует его эффективность. В задачах управления трудовыми ресурсами в качестве таких частных свойств могут выступать показатели, характеризующие личностные и профессиональные качества кандидата, а также его опыт.

Предположим, что уровень проявления любого частного свойства можно измерить некоторым количественным показателем, который будет называть частным критерием оценки эффективности, и обозначать  $k_i^- x$ ,  $i \in \overline{1, n}$ , где  $n$  – количество значимых свойств. Тогда формальная модель выбора эффективного решения (1) примет вид:

$$xP, \arg \underset{x \in X}{extr} k_i^- x, i \in \overline{1, n} \quad (2)$$

Однако, как следует из анализа структуры множества допустимых значений  $X$ , единственного решения задачи (2) не существует. Вместе с этим, как правило, существует множество компромиссных решений  $X^c \in X$ . Осознанный компромисс между частными критериями позволяет





ЛПР на субъективном уровне определять предпочтительное решение, используя дополнительную, неформализованную информацию.

Для создания СППР представляет большой интерес разработка формализованных методов решения задач многокритериального оценивания.

### **Формирование функции полезности кандидата**

Теоретической основой методики формирования скалярных оценок может служить принцип полезности [4, 5]. Тогда функцию полезности можно представить в виде:

$$\hat{O}^{\sim} x^{\sim} = F[\lambda_i, k_i^{\sim} x^{\sim}], i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где  $k_i^{\sim} x^{\sim}$  –  $i$ -я характеристика кандидата;  $\lambda_i$  – коэффициент значимости  $k_i$ -той характеристики;  $F$  – оператор преобразования.

Практическое использование модели (3) связано с необходимостью решения задач структурной и параметрической идентификации, т.е. определения вида оператора  $F$ , и количественных значений параметров  $\lambda_i$ .

Наиболее известной и широко применяемой формой представления функции полезности является аддитивная форма вида

$$\hat{O}^{\sim} x^{\sim} = \sum_{i=1}^n w_i k_i^{norm} x^{\sim}, \quad (4)$$

где  $w_i$  – относительные безразмерные весовые коэффициенты,  $k_i^{norm} x^{\sim}$  – нормализованные значения частных критериев.

Все известные методы решения задачи структурно-параметрической идентификации модели основаны на применении экспертного оценивания.

### **Оценка весовых коэффициентов функции полезности**

Основным вопросом принятия решения является оценка ЛПР относительной важности частных критериев и формы их представления.

Для ситуации, когда известны точные количественные значения весовых коэффициентов  $w_i, i = \overline{1, n}$ , возможно непосредственно рассчитать функцию полезности (4). Такая ситуация на практике встречается редко.

Чаще имеет место случай, когда коэффициенты  $w_i$  заданы количественно, но не точно, а в виде некоторого интервала  $[w_i^{\min}, w_i^{\max}]$ . Определение предпочтительного решения в этих условиях производится в два этапа. Вначале определяется область возможных решений в зависимости от значений  $k_i^{\sim} x^{\sim}$  и решается  $n$  задач оптимизации вида

$$x_i^{\circ} = \arg \max \left[ w_i^{\max} k_i^{norm} x^{\sim} + \sum_{j=1}^n w_j \hat{O}_j[k_j^{\sim} x^{\sim}] \right].$$

Таким образом, устанавливаются границы области, в которой на втором этапе определяется компромиссное решение.

Достаточно распространенной является ситуация, при которой эксперты не могут представить информацию о коэффициентах  $w_i$ , но формулируют относительную взаимную важность оцениваемых критериев в ранжированном ряду вида  $k_1^{\sim} x^{\sim}, k_2^{\sim} x^{\sim}, \dots, k_n^{\sim} x^{\sim}$ . В этой ситуации из состава претендентов выделяется часть, эквивалентная по наиболее важному критерию, и решается однокритериальная задача

$$x_1^{\circ} = \arg \max_{x \in X} [k_1^{\sim} x^{\sim}].$$

Если  $x_1^{\circ}$  состоит из нескольких кандидатов, то решается задача выбора претендентов по следующему по важности критерию. Процесс поиска решения продолжается, пока не будет определен единственный кандидат или не будут исчерпаны частные критерии.

**Компараторная идентификация параметров модели оценивания кандидатов в команду проекта.**





Проблемы непосредственного экспертного оценивания обусловлены тем, что оценки носят интервальный характер за счет разброса мнений экспертов. Это приводит к накоплению погрешностей оценивания, вплоть до нарушения транзитивности отношения предпочтения. Решения, получаемые с помощью экспертных оценок, неустойчивы и плохо воспроизводимы. Преодоление указанных недостатков требует поиска формальных методов количественного определения параметров модели, в том числе с применением методов интеллектуального анализа данных "data mining".

Одним из таких методов является компараторная идентификация параметров модели оценивания (4) [5,6]. Теоретической основой метода является положение теории полезности, согласно которому более предпочтительная альтернатива имеет более высокую полезность, а эквивалентные альтернативы – равную полезность. Математически это утверждение формулируется следующим образом: если заданы решения  $x_1$  и  $x_2 \in X$ , то

$$x_1 \succ x_2 \iff \hat{O}^+ x_1 \sim, \hat{O}^+ x_2 \sim, \quad (5)$$

$$x \sim x \iff \hat{O}^+ x_1 \sim, \hat{O}^+ x_2 \sim \quad (6)$$

где " $\succ$ " – знак отношения качественного порядка (лучше, предпочтительнее), ">" – знак отношения количественного порядка (больше), "~" – знак эквивалентности, " $\hat{O}$ " – знак соответствия.

На основании (5) и (6) можно записать нестрогое в общем случае неравенство:

$$P^+ x_2 \sim - P^+ x_1 \sim \leq 0, \quad (7)$$

Для аддитивной функции полезности (4) из (7) следует

$$\sum_{i=1}^n w_i k_i^{norm} x_2 \sim - \sum_{i=1}^n w_i k_i^{norm} x_1 \sim \leq 0; i = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Неравенство (8) может быть преобразовано к виду:

$$\sum_{i=1}^n w_i [k_i^{norm} x_2 \sim - k_i^{norm} x_1 \sim] = \sum_{i=1}^n w_i \Delta k_i^{norm} x_2, x_1 \sim \leq 0; i = \overline{1, n} \quad (9)$$

Пусть группе экспертов предъявлено для сравнения  $m$  возможных альтернатив. Сравнивая их, эксперты формируют последовательность пар, находящихся в отношении строгого или нестрогого порядка. В результате будет получено в общем случае нестрогое отношение порядка вида  $x_1 \succsim x_2 \succsim x_3 \dots \succsim x_m$ , где " $\succsim$ " обозначает нестрогое отношение порядка (лучше или эквивалентно)

На основании этой последовательности для каждой пары альтернатив можно сформировать неравенство вида (9). В результате получим систему неравенств:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n w_i \Delta k_i^{norm} x_2, x_1 \sim \leq 0; \\ \dots \\ \sum_{i=1}^n w_i \Delta k_i^{norm} x_m, x_{m-1} \sim \leq 0. \end{cases} \quad (10)$$

Если  $(m-1) \geq n$ , то система (10) определяет замкнутый многогранник в  $n$ -мерном пространстве. При этом возможно определить точные численные значения всех параметров  $w_i, i = \overline{1, n}$ . В противном случае, система (10) не имеет единственного решения. Для регуляризации задачи необходимо задать правило выбора единственного решения.

Метод компараторной идентификации позволяет выполнить структурную и параметрическую идентификацию модели многофакторного выбора, что даёт возможность выполнить подбор кандидатов в команду проекта путём расчёта функции полезности. Это делает данный метод эффективным при разработке ССПР по управлению трудовыми ресурсами, а также при решении других слабоформализованных многофакторных задач.

**Функциональная модель системы поддержки принятия решений по формированию команды проекта.**

Практическая реализация предложенных методов осуществляется в рамках СППР управления трудовыми ресурсами проекта. При этом важной задачей является получение исходных данных о кандидатах в команду проекта.





Для формирования команды проекта необходимо произвести предварительный отбор претендентов на основе учета профессионального опыта. В ряде публикаций [7 – 9] рассматриваются вопросы формализации методов принятия решений на основе аналогий при решении задач управления персоналом предприятия и формирования команды исполнителей в инвестиционных проектах. В отличие от некоторых известных методик в критерий оценки кандидатов предлагается включать показатели, характеризующие не только тематику, но и содержание конкретных видов работ в рамках общей компетенции.

Структура информационной системы хранения и поиска информации о разработках прошлых лет представлена в общем виде на рис. 1.

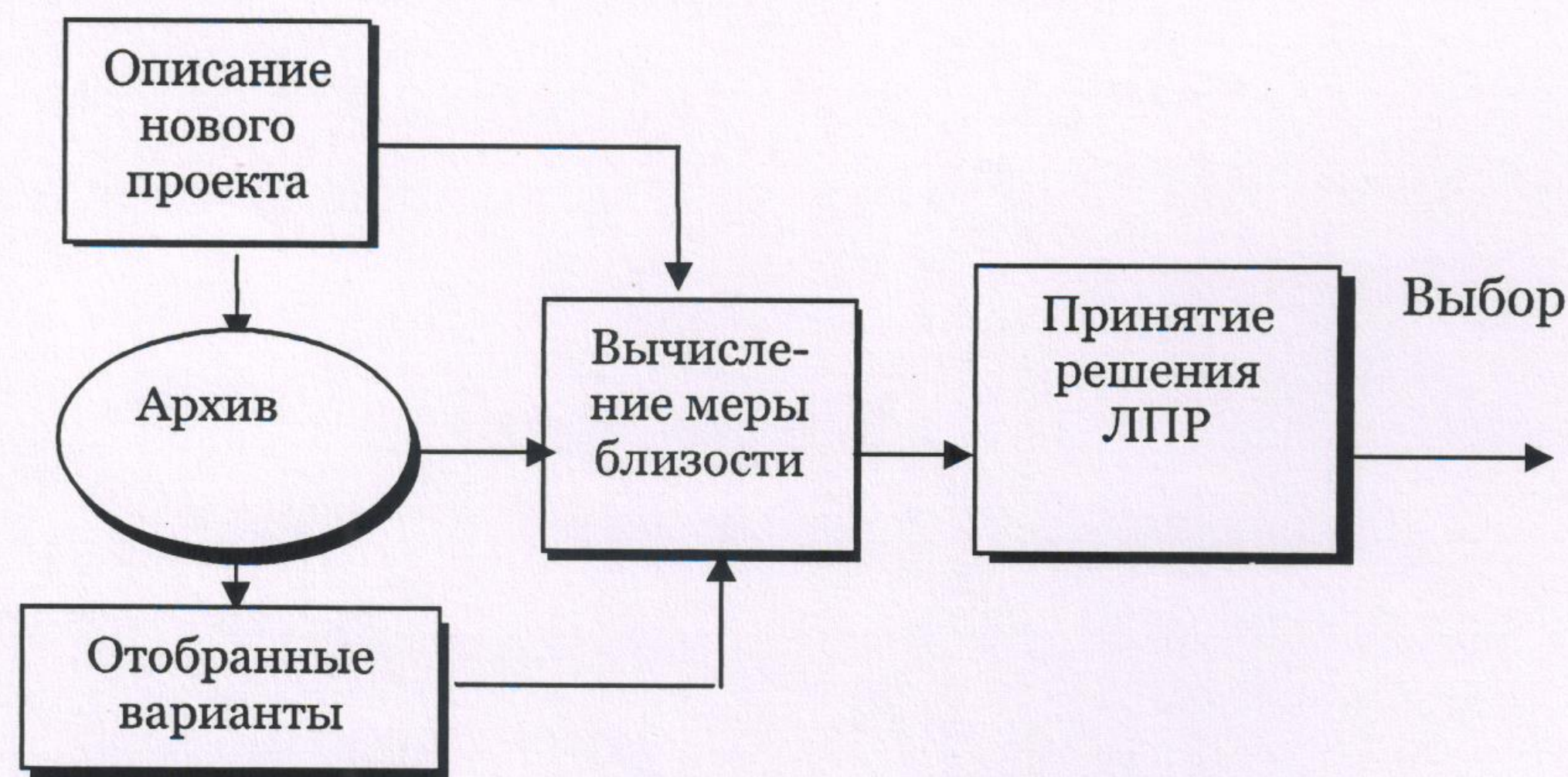


Рис. 1. Функциональная модель СПСП на основе данных о разработках прошлых лет

Система поиска и формирования списка сотрудников, имеющих общий опыт работы в аналогичной тематике, основана на реализации следующих этапов:

- † сформулировать описание проекта, его характеристик и параметров;
  - † определить метрику подобия работ;
  - † по заданной величине степени схождения видов работ выделить близкие к требуемым работ;
  - † определить список исполнителей работ;
  - † выполнить оценку исполнителей по заданному перечню показателей.
- Степень близости сравниваемых объектов определяется оценочной функцией

$$d_{xy}^{(w)} = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j^2 \tilde{k}_{xj} \tilde{k}_{yj}}, \quad (11)$$

где  $\tilde{k}_{xj}$  - значения признаков работ;  $x, y$  - объекты оценивания;  $w_i$  - значения весов признаков. Мера подобия видов работ определяется выражением:

$$SM_{xy}^{\tilde{w}} = \frac{1}{1 + d_{xy}^{\tilde{w}}}, \quad (12)$$

В результате выполнения рассмотренных процедур решается задача отбора работ, близких к планируемым, и формирование списка сотрудников, выполнявших эти работы без оценки объема, специализации, стажа и других конкретных сведений производственно-трудовой деятельности.

### Заключение

Работа посвящена исследованию задач управления трудовыми ресурсами проекта. Предложена формализованная постановка задачи формирования команды проекта. Показано, что данная задача является задачей многокритериальной оптимизации, однако при её решении должны учитываться трудноформализуемые факторы, что является препятствием для применения традиционных методов математической оптимизации. Для решения поставленной задачи необходимо выполнить структурную и параметрическую идентификацию модели оценивания кандидатов в проект.

В качестве критерия эффективности принимаемых решений предложено использовать функцию полезности. Сформирована аддитивная функция полезности для оценки кандидата в проект.





Рассмотрена задача оценки весов частных критериев. Показана сложность непосредственного экспертного оценивания численных значений весовых коэффициентов. Предложено применить метод компараторной идентификации параметров модели. Разработана модель определения численных значений параметров. Таким образом, решена задача структурной и параметрической идентификации модели оценивания.

Рассмотрены вопросы практического применения предложенных математических моделей и методов. Формирование предварительного множества кандидатов в команду проекта предлагается осуществлять на основе опыта решения подобных задач в предыдущих проектах. Разработана укрупнённая функциональная модель системы поддержки принятия решений на основе информации о разработках прошлых лет.

Предложенные в работе модели могут применяться при проектировании и построении систем поддержки принятия решений по управлению трудовыми ресурсами проекта.

#### Литература

- + † Вучкович-Стадник, А.А. Оценка персонала: четкий алгоритм действий и качественные практические решения / А.А. Вучкович-Стадник. — М.: Эксмо, 2008. — 192 с.
- + † Бушуев, С.Д. Динамическое лидерство в управление проектами / С.Д. Бушуев, В.В. Морозов. — К.: ВИПОЛ, 1999. — с.312.
- + † Балашов, В.Г. Механизмы управления организационными проектами / В.Г. Балашов, А.Ю. Заложнев, А.А. Иващенко, Д.А. Новиков. — М.: ИПУ РАН, 2003. — 84 с.
- + † Фишборн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишборн. — М.: Наука, 1978. — 352 с.
- + † Петров К.Э. Компараторная структурно-параметрическая идентификация моделей скалярного многофакторного оценивания: Монография / К.Э. Петров, В.В. Крючковский. — Херсон: Олди-плюс, 2009. — 294 с.
- + † Овезгельдыев А.О. Компараторная идентификация моделей интеллектуальной деятельности / А.О. Овезгельдыев, К.Э. Петров // Кибернетика и системный анализ. — 1996. — №5. — С.48-58.
- + † Варшавский, П.Р. Поиск решения на основе структурной аналогии для интеллектуальных систем поддержки принятия решений / П.Р. Варшавский, А.П. Еремеев // Известия РАН. Теория и системы управления. 2005. №1. С.97—109.
- + † Коновальчук, Е.В. Модели и методы оперативного управления проектами / Е.В. Коновальчук, Д.А. Новиков. М.: ИПУ РАН, 2004. — 63 с.
- + † Демин, Г.К. Формирование команды проекта как открытой системы / Г.К. Демин, Ю.Г. Креймер, И.А. Гордеева, В.В. Малый, В.М. Молоканова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. — Дніпропетровськ: ПДАБА, 2008. — № 12. — С. 4–8.

## DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PROJECT TEAMS FORMING

**L.YU. SABADOSH<sup>1</sup>**  
**N.V. KOSENCO<sup>1</sup>**  
**M.A. GAKHOVA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*National Aerospace University "KhAI", Kharkov*

<sup>2</sup>*CSRI MG RF, Moscow*

*e-mail:*  
*kosnatalja@gmail.com*  
*k602@d6.khai.edu*

The article is dedicated to the problems of decision support system development for human resource management project. Formalized statement of the problem of forming the project team is proposed. It is shown that this task is multi-criteria optimization problem, but its solution must take into account hard-formalizable factors, which is an obstacle to the use of traditional mathematical methods. The additive utility function to evaluate the candidates in the project is formed. The task of estimating the parameters of the utility function is considered. The method of comparator identification model parameters estimation is suggested. Thus solved the problem of structural and parametric identification of the model estimation. The enlarged functional model of decision support system based on the information about the development of previous years is offered.

Keywords: decision support system, multi-criteria evaluation, utility function